

Haereler

Ueber den Haarmann'schen
Langschweller - Herbau

V.D.

147.

Ueber den Haarmann'schen Langschwellen-Oberbau.

Vom Baumeister E. Haeseler, Professor an der technischen Hochschule zu Braunschweig.

(Hierzu Fig. 1—11 auf Taf. I und Fig. 1—9 auf Taf. II.)


Der Ende 1877 patentirte Haarmann'sche Oberbau gehört in die Classe der zweitheiligen Langschwellen-Oberbausysteme. Derselbe ist in mehrfachen Modificationen auf der Hannoverschen Staatsbahn in einer Gesamtlänge von 1 Kilom. und auf der Secundärbahn Haag-Scheveningen unter entsprechender Reduction des Profils in 10,5 Kilom. Länge zur Ausführung gekommen. Ausserdem sind für Russland (Kursk-Kiew, Moskau-Kursk und auf der Donez-Eisenbahn) circa 18 Kilom. ausgeführt, nachdem bereits im vorigen Jahre ein kleines Versuchsstück dorthin geliefert war.

Auf dem Verbindungsgleis vom Osnabrücker Stahlwerk nach dem Köln-Mindener Bahnhof daselbst liegt der Oberbau in einer Curve von 180^m Radius, welche mit 1:40 ansteigt und von den schwersten Köln-Mindener Güterzug-Locomotiven täglich befahren wird.

Der zuerst in die Hannoversche Staatsbahn unweit der Station Osnabrück auf einer eingleisigen und zwischen Hannover und Seelze (Köln-Berlin) auf einer zweigleisigen Strecke gelegte Oberbau dieses Systemes hat die auf Taf. I Fig. 1—5 veranschaulichte Einrichtung.

Die Fahrschiene. Die Fahrschiene desselben ist eine Vignoles-Schiene von 110^{mm} Höhe, 58^{mm} Kopfbreite und 85^{mm} Breite des Fusses. An den Stössen ist dieselbe durch 15^{mm} starke Laschen verbunden, die zur Vergrösserung des Widerstandsmomentes am unteren Ende mit Ansätzen in Neigung des Schienenfusses versehen sind. Das Anziehen der Laschen erfolgt zu jeder Seite des Stosses durch je zwei 20^{mm} starke Schraubbolzen.

Als Material zu den Fahrschienen ist Bessemerstahl und zu den Laschen Bessemer-Flusseisen von 6500 bis 7000 Kilogr. pr. □Centimeter absoluter Festigkeit verwandt.

Die Langschwelle. Die Fahrschiene ruht auf einer schmiedeeisernen Langschwelle von kastenförmigem Querschnitt. Letzterer setzt sich aus einem -förmigen Theile und zwei sich daran schliessenden winkelförmigen Ansätzen zusammen und hat bei 260^{mm} Auflagerbreite eine Höhe von 90^{mm} und eine mittlere Stärke von 8^{mm}. Diese Form wurde gewählt, um

bei geringer Fläche ein möglichst grosses Widerstandsmoment zu erzielen. Dasselbe beträgt im vollen Querschnitte der Langschwelle 38 (ausgedrückt in Centimeter) und in dem durch die Löcher für die Befestigungstheile der Fahrschiene geschwächten Querschnitte 36, während z. B. das der Hilf'schen Langschwelle eine Grösse von 22 bezw. 20,6 hat. Dabei ist das metrische Gewicht der Haarmann'schen Schwelle 22,9 Kilogr., das der Hilf'schen dagegen 29,5 Kilogr.

Der stärkste von der Langschwelle auf die Bettung übertragene Druck beträgt bei dem Haarmann'schen Oberbausysteme, gemäss den weiter unten mitgetheilten Berechnungen, 1,8 Kilogr. pr. □Centimeter worin angenommen ist, dass der Oberbau mit Locomotiven von 13 Tonnen Achsbelastung befahren wird und die Zusammendrückung der Bettung für je 1 Kilogr. pr. □Centimeter Belastung gleich 1^{mm} ist.

Stopfen der Langschwelle. Man hat bei der Haarmann'schen Langschwelle wohl befürchtet, dass sie sich nicht gut stopfen liesse und dass der überhöhte Theil derselben nicht ganz zum Aufliegen käme; jedoch hat sich auf den Versuchsstrecken gezeigt, dass Schwierigkeiten der genannten Art nicht vorliegen und der Innenraum der Schwelle sich ganz mit Bettungsmaterial füllt. Letzter Umstand ist sehr erklärlich, da das Bettungsmaterial durch die auf den Oberbau wirkenden Lasten gezwungen wird, in den oberen Theil der Langschwelle zu steigen, wenn hier Höhlungen vorhanden sind.

Befestigung der Fahrschiene auf der Langschwelle. Zur Befestigung der Fahrschienen auf den Langschwellen dienen gewalzte, aus Bessemer-Flusseisen gebildete Klammern, von 15^{mm} Dicke und 60^{mm} Breite, welche mit ihrem oberen Haken über den Schienenfuss, mit dem unteren unter den einen Steg der Langschwelle greifen. Dieselben sollen nur das Umkanten der Fahrschienen, nicht aber eine seitliche Verschiebung derselben verhindern, indem zu diesem Ende die Langschwellen oben mit Leisten versehen sind, zwischen welche sich der Schienenfuss legt.

Je zwei der Klammern sind einander gegenüber angeordnet und durch einen 20^{mm} starken Schraubenbolzen verbunden,

mit Hülfe dessen sie fest angezogen werden können. Auf die Schienenlänge (von 9^m) kommen 9 Klammerpaare, von denen die dem Schienenstosse zunächst liegenden je 267^{mm} von dem Stosse abstehen, während die übrigen in gleichen Abständen von 1059^{mm}, von Mitte zu Mitte gerechnet, angebracht sind.

Die Maximalbeanspruchung der Klammer beträgt unter der Voraussetzung, dass sie keine stärkere Zugkraft als der Schienennagel beim hölzernen Querschwellenoberbau aufzunehmen hat, wie weiter unten nachgewiesen, ca. 1200 Kilogr. pr. □Centimeter, welche Beanspruchung für Bessemer-Flusseisen noch zulässig ist.

Die vorstehende Art der Befestigung der Fahrschienen ist eine sehr einfache und solide und hat den Vortheil, dass nur an der einen Seite (der Innenseite) des Gleises Schraubenmuttern liegen, welche während des Betriebes zu controliren sind. Das Gleis kann daher an der äusseren Seite verfüllt werden.

Ferner ist anzuführen, dass bei einer etwaigen Lockerung der Schraubenmutter der Spielraum des Schienenfusses ein erheblich kleineres Maass hat, als der Rückgang der Schraubenmutter. Geht z. B. die Schraubenmutter um δ^{mm} zurück und entspricht dieser Lockerung der Spielraum s^{mm} des Schienenfusses, so hat man für s , da die Neigung der Aufgreiffläche der Klammer 1:4 beträgt und angenommen werden kann, dass sich δ auf beide Klammern gleichmässig vertheilt,

$$s = \frac{1}{2} \frac{\delta}{4} = \frac{\delta}{8}.$$

Für $\delta = 0,5^{mm}$ hätte man hiernach

$$s = \frac{1}{16}^{mm}.$$

Hierin, sowie in dem Umstande, dass die Bolzen der Klammern verspannend auf das Profil der Langschwelle wirken, dürfte es begründet sein, dass ein Nachziehen der zugehörigen Schraubenmuttern auf den mit dem Haarmann'schen Oberbau versehenen Versuchsstrecken so gut wie gar nicht bisher erforderlich gewesen ist.

Stoss der Langschwellen. Aus Rücksicht auf einfache Montirung des Oberbaues ist der Stoss der Langschwelle mit dem Schienenstosse in denselben Querschnitt gelegt. Um die hierdurch im Gestänge herbeigeführte Schwächung möglichst wieder auszugleichen, sind die aneinander stossenden Langschwellen durch ein kräftiges gusseisernes Sattelstück verbunden und ist unter dasselbe eine 2,5^m lange Querschwelle vom Profile der Langschwelle gelegt. Die Verbindung dieser Constructionstheile unter sich und mit den Langschwellen erfolgt zu jeder Seite des Stosses durch je 2 Schraubenbolzen, welche mit parallel-epipedischen Köpfen versehen sind, um sie von oben durch die zu verbindenden Theile stecken und nach Drehung um 90° anziehen zu können.

Neuerdings sind mit gutem Erfolg versetzte Stösse angewandt.

Das Sattelstück hat in seiner Oberfläche die Neigung 1:20 und stellt auf diese Weise die Schienenneigung sicher und einfach her.

Entwässerung der Bettung. Zur Erzielung einer Entwässerung der Bettung zwischen den Schienensträngen des Gleises sind die Querschwellen mit der offenen Seite nach oben

gelegt und ist der Bettung nach den so gebildeten Abzugsrinnen von den Schienenmitten ab ein Gefälle von $\frac{1}{10}$ gegeben.

Da sich die Bettung auch bei der besten anfänglichen Beschaffenheit nach und nach beim Nachstopfen des Gleises mit erdigen Bestandtheilen, die sich in Form von Staub auf ihrer Oberfläche ablagern, mischt und hierdurch undurchlässiger wird, so ist die vorstehende Art der Entwässerung immerhin von Wichtigkeit; auch dürfte dieselbe im Winter bei plötzlich eintretendem Thauwetter von Vortheil sein.

Verhinderung des Wanderns. Um das Verschieben der Fahrschiene auf der Langschwelle zu verhindern, sind die dem Schienenstosse zunächst sitzenden Klammern, so angeordnet, dass sie vor die Enden der winkelförmigen Stossaschen der Schiene treten.

Das Wandern der Langschwellen wird durch die unter den Stössen derselben befindlichen Querschwellen wirksam verhindert.

Die Spurweite ist, ausser durch die Querschwellen, noch durch zwei Spurstangen auf jede Schienenlänge gesichert. Letztere gehen durch die Querschwellen in Höhe der Befestigungsbolzen für die Klammern.

Curve. Für das Gleis in der Curve werden die Langschwellen auf einer Biegemaschine nach dem vorgeschriebenen Radius gebogen. Dieselbe ist, wie aus Fig. 8 und 9 auf Taf. II zu ersehen, nach demselben Principe wie die gewöhnlich zum Biegen der Schienen angewandten Maschinen construirt.

Der Hauptsache nach besteht sie aus drei Rollenpaaren A A₁, B B₁, C C₁, von denen die beiden äusseren fest gelagert sind, das mittlere B B₁ aber eine Verschiebung in Richtung des Biegungspfeiles gestattet. Diese Rollen nehmen die Langschwelle bei der Biegung so zwischen sich, dass die kleinere Rolle eines jeden Paares den einen Steg des Schwellenprofils an der Innenseite und die grössere den gegenüberliegenden Steg an der Aussenseite führt.

Die Biegung wird mit dieser Maschine im kalten Zustande der Langschwelle vorgenommen und geht rasch und sauber von Statten. Neuerdings geschieht das Biegen der Schwellen maschinell im warmen Zustande.

Das Gewicht des im Vorstehenden beschriebenen Oberbaues anlangend, so setzt sich dasselbe für eine Schienenlänge von 9^m wie folgt zusammen:


2 Bessemer-Stahlschienen je 9 ^m	je 25,8 Kg.	464,4 Kg.
2 eiserne Langschwellen je 8,97	« 22,9 «	410,8 «
1 Querschwelle je 2,5 ^m	« 22,9 «	10,5 «
2 Querverbindungsstangen nebst Zubehör		11,6 «
18 Befestigungsbolzen mit Muttern je 0,586	«	23,5 «
36 Bessemer-Flusseisen-Klammern	« 0,653 «	23,5 «
4 Bessemer-Flusseisen-Winkellaschen	« 4,0 «	16,0 «
8 Laschenbolzen	« 0,45 «	3,6 «
2 Gussstücke zur Verlaschung der Langschwellen	je 9,0 Kg.	18,8 «
8 Bolzen mit Scheiben zur Verbindung der Lang- und Querschwellen	je 0,312 Kg.	2,5 «
		Sa. 1018,2 Kg.
Gewicht pr. Meter Gleis		113,2 Kg.

Die Erfahrungen, welche man bei diesem Oberbausysteme bisher auf den Versuchsstrecken bei Osnabrück und Seelze gemacht hat, sind recht günstige. Das Gleis zeigte auch nach Eintritt des heftigen Thauwetters zu Anfang des Monats März 1879 keinerlei merkliche Veränderungen in der Höhenlage oder Verschiebungen im Grundriss und war die Spurweite an allen Stellen die vorgeschriebene.




Haarmann's Oberbau ohne Querschwellen.

Ganz neuerdings sind in die Hannoversche Staatsbahn bei Osnabrück weitere 60^m des Haarmann'schen Oberbaues mit den aus den Figuren 6—11 auf Tafel I zu ersiehenden Abänderungen verlegt. Die Querschwellen sind bei diesem modificirten Systeme durch stehende Flacheisen von 100^{mm} × 10^{mm} Querschnitt ersetzt.

Auf jede Schienenlänge kommen 5 dieser Flacheisen und zwar verbindet das eine derselben die gegeneinander über liegenden Langschwellen am Stosse, während die übrigen zu je zweien durch Stehbolzen vereinigt, eine weitere Verbindung der beiden Gestänge in 3^m bzw. 2,9^m Abstand vom Stosse der Langschwellen herstellen, jenachdem letztere 9^m oder 10^m lang sind.

An den Stößen sind die Langschwellen durch eingeschobene -förmige Laschen, deren Widerstandsmoment gleich dem der Langschwellen ist, verbunden. Die Befestigung derselben erfolgt auf der einen Seite des Stosses durch 4 Schraubbolzen von je 20^{mm} Ø und auf der anderen durch 2 Schraubbolzen und 2 Niete derselben Stärke.

Die dem Stosse zunächst sitzenden Schraubbolzen dienen gleichzeitig zur Befestigung des erwähnten stehenden Flacheisens. Letzteres ist dieserhalb an jedem Ende mit 2 Winkel-eisen in der Neigung 1 : 20 vernietet.

Die zwischen den Stößen jeder Langschwelle angebrachten Flacheisenpaare werden mit derselben unter Zuhülfenahme von -Eisen durch je 2 Schraubbolzen von 20^{mm} Ø verbunden. Zur Vergrößerung der seitlichen Steifigkeit sind die -Eisen auf 82^{mm} Länge in ihrem mittleren Theile nach aussen um 10^{mm} gekröpft, so dass sie mit den Kröpfungen unter die Stege der Langschwellen greifen. Der Anschluss der -Eisen an die Flacheisen erfolgt in der Neigung 1 : 20 durch je zwei Niete von 20^{mm} Ø.

Durch die so befestigten stehenden Flacheisen wird die Schienenneigung in sicherer Weise hergestellt und bilden die verschiedenen Flacheisenpaare eine genügende Anzahl von Abzugsrinnen im Gleise.

Das metrische Gewicht des vorstehenden Oberbaues beträgt 113,6 Kilogr. bzw. 110,1 Kilogr., jenachdem die verwandte Fahrschne 9^m oder 10^m lang ist.

Der leitende Grundsatz bei Construction desselben bestand darin, den Oberbau ohne Querschwellen anzuordnen, indem die Verwendung von Querschwellen beim Langschwellen-Oberbau als gegen das Princip desselben verstossend, zu bezeichnen ist.

Durch die Querschwellen wird nämlich das gleichmässige Aufliegen der Langschwellen auf der Bettung beeinträchtigt, indem sie Punkte im Gleise darstellen, die sich unter der Last der Eisenbahnfahrzeuge nicht so einsenken wie die übrigen


der Langschwellen. Ferner haben die Querschwellen den Uebelstand im Gefolge, dass sie zu einer Spurerweiterung Veranlassung geben, wenn ihre Mitten zu fest unterstopft sind, und zu einer Spurverengung, wenn ein zu festes Unterstopfen der Enden stattgefunden hat.

Die Spurveränderungen sind indessen bei Verwendung gerader Querschwellen, wie sie der Haarmann'sche Oberbau hat, weniger von Bedeutung, dagegen haben sie sich sehr bemerklich gemacht bei Vautherin-Querschwellen, welche nach einem bestimmten Radius gebogen waren, um die Schienenneigung herzustellen.

Haarmann's Oberbau für Secundärbahnen.

Der auf der normalspurigen Secundärbahn Haag-Scheveningen ausgeführte und auf Tafel II Fig. 1—7 dargestellte Oberbau hat im Allgemeinen dieselbe Einrichtung, wie der zu Anfang erläuterte; nur sind die einzelnen Constructionstheile desselben, entsprechend den geringeren auf der Secundärbahn verkehrenden Lasten, kleiner gewählt. Es dürfte daher hier genügen, nur auf einzelne Abweichungen beider Systeme aufmerksam zu machen.

Die aus Bessemer-Flussstahl hergestellte Fahrschiene dieses Oberbaues hat nur die Höhe von 100^{mm} und die Langschwelle die Auflagerbreite von 200^{mm} bei 79^{mm} Höhe und 6 bis 6,5^{mm} Eisenstärke. Das Widerstandsmoment der Langschwelle beträgt im vollen Querschnitte 25 (ausgedrückt in Centimet.) und in dem durch die Klammern geschwächten 23; ferner ist das metrische Gewicht derselben = 16 Kilogr. und das der Fahrschiene = 19,5 Kilogr.

Die im Strassenpflaster von Haag und Scheweningen liegenden Strecken der Secundärbahn sind in 21^{mm} Abstand von den Innenkanten der Fahrschienen mit -förmigen Schutzleisten aus Bessemer Flusseisen versehen, um eine Spurrinne im Pflaster offen zu erhalten. Die Schutzleisten werden von den Fahrschienen in der vorgeschriebenen Entfernung durch gusseiserne Klötze gehalten, welche mit beiden Theilen ver-schränkt sind.

Das metrische Gewicht dieses Oberbaues beträgt bei Anwendung von 9^m langen Schienen 80 Kilogr. im freien Felde und 95 Kilogr. im Pflaster.

Legt man unter die Mitten der Langschwellen Querschwellen, anstatt hier Spannstrangen zu verwenden, so erhöht sich das metrische Gewicht des Oberbaues um 7 Kilogr.

Die Bahn Haag-Scheveningen ist seit dem 1. Juni 1879 im Betriebe und wurde namentlich im Sommer stark befahren. Die Erfahrungen, welche man dabei mit dem vorstehenden Oberbau machte, waren recht günstige.

Berechnung des Haarmann'schen Oberbaues.

1. Druck auf die Bettung.

Betrachtet man das aus Fahrschiene und Langschwelle bestehende Gestänge des Haarmann'schen Oberbaues als einen zweitheiligen continuirlichen Träger, der gleichmässig auf der Bettung aufliegt und bezeichnet mit:

J das Trägheitsmoment der Langschwelle bezüglich der horizontalen Schwerpunktsachse in Centimet.,

J_1 das Trägheitsmoment der Fahrschiene bezogen auf die horizontale Schwerpunktsachse in Centimet.,

E den Elasticitätsmodul des zu dem Gestänge verwandten Materiales in Kilogr. pr. □Centimet.,

b die Stützbreite der Langschwelle in Centimet.,

G die Radbelastung in Kilogr.,

p die stärkste Pressung der Bettung durch die Langschwelle in Kilogr. pr. □Centimet.,

C einen Factor, der von der Elasticität der Bettung abhängt,

$2l$ den Achsstand in Centimet.,
so folgt,*) wenn man die Zusammendrückung der Bettung in allen Punkten proportional dem hier herrschenden Drucke pr. Quadrateinheit und den Achsstand, sowie die Achsbelastung sämtlicher Fahrzeuge als gleich annimmt:

$$1. \quad p = \frac{G}{2b} \sqrt[4]{\frac{C \cdot b}{4 \cdot E (J + J_1)}} = \frac{G \sqrt[4]{\frac{C}{64 \cdot E}}}{\sqrt[4]{b^3 (J + J_1)}}$$

Diese Gleichung liefert aber nur dann brauchbare Resultate, wenn

$$1. \quad \sqrt[4]{\frac{C \cdot b}{4 E (J + J_1)}} > 1 \quad < 2,356.$$

Hiernach hat man für den Haarmann'schen Oberbau ohne Querswellen (Taf. I Fig. 6—11), sofern man setzt: $G = 6500$ Kilogr., $E = 2,000,000$, $2l = 150$ cm, $C = 10$, entsprechend einer Zusammendrückung der Bettung von $0,1$ cm für 1 Kilogr. Belastung pro □Centimet.

$$p = \frac{6500 \sqrt[4]{\frac{10}{64 \cdot 2,000,000}}}{\sqrt[4]{b^3 (J + J_1)}} = \frac{108,7}{\sqrt[4]{b^3 (J + J_1)}}$$

Nun ist $b = 26$ cm und, da man hier die Trägheitsmomente der vollen Querschnitte einführen kann, $J = 197$, $J_1 = 521$

$$p = \frac{108,7}{\sqrt[4]{26^3 (197 + 521)}} = 1,82 \text{ Kilogr.}$$

Ferner hat man:

$$1 \sqrt[4]{\frac{C \cdot b}{4 \cdot E (J + J_1)}} = \frac{150}{2} \sqrt[4]{\frac{10 \cdot 26}{4 \cdot 2,000,000 (197 + 521)}} = \frac{1,094}{2,187}$$

Das Resultat für p ist also ein zutreffendes.

Für den Hilf'schen Oberbau ergibt dieselbe Rechnung, da hier

$$J = 81, \quad J_1 = 521, \quad b = 30,$$

$$p = \frac{108,7}{\sqrt[4]{30^3 (81 + 521)}} = 1,71 \text{ Kilogr. pr. □Centimet.}$$

Der Maximaldruck auf die Bettung ist demnach bei beiden Oberbausystemen annähernd derselbe.

In dem Falle, dass unter die Langswellen an den Stößen Querswellen gelegt sind, hat die vorstehende Berechnung nur Gültigkeit für den mittleren Theil des Gestänges zwischen denselben. An den Stosswellen selbst fällt der Druck kleiner aus, als oben angegeben, da diese dem Eindrücken der Langswellen in die Bettung entgegen wirken.

*) Vergl. Winkler, der Eisenbahn-Oberbau; Prag 1875, S. 266.

2. Beanspruchung der Fahrschiene und Langschwelle auf relative Festigkeit.

Macht man hier dieselben Annahmen, wie unter 1 und führt dieselben Bezeichnungen ein, so hat man für das grösste Biegemoment (in Kilogr. × Centimet.), welches auf die Langschwelle und Fahrschiene wirkt,

$$2. \quad M_{\max} = \frac{G}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E}{C} \frac{(J + J_1)}{b}}$$

Setzt man wie vorhin: $G = 6500$ Kilogr., $E = 2,000,000$, $C = 10$, so folgt:

$$M_{\max} = 48590 \cdot \sqrt[4]{\frac{J + J_1}{b}}$$

Von diesem Momente kommt auf die Langschwelle der Theil

$$3. \quad M = \frac{J}{J + J_1} M_{\max}$$

und auf die Fahrschiene der von

$$4. \quad M_1 = \frac{J_1}{J + J_1} M_{\max}$$

Bezeichnet man nun die grösste Biegungsspannung der Langschwelle mit s (in Kilogr. pr. □Centimet.), die der Fahrschiene mit s_1 und setzt die Abstände der zugehörigen Faserschichten von der Neutralen gleich e (in Centimet.) bzw. e_1 , so ergibt sich

$$M = \frac{s}{e} J; \quad s = \frac{e M}{J}$$

oder nach Gleichung 3

$$5. \quad s = \frac{e M_{\max}}{J + J_1}$$

In ähnlicher Weise folgt für J_1

$$6. \quad s_1 = \frac{e_1 M_{\max}}{J + J_1}$$

daher

$$\frac{s}{s_1} = \frac{e}{e_1}, \quad \text{oder}$$

$$7. \quad s_1 = \frac{e_1}{e} s$$

Hiernach hat man für die stärkste Beanspruchung der Langschwelle und Fahrschiene im vollen Querschnitte, da

$$J = 197, \quad J_1 = 521 \dots, \quad e = 5,2.$$

$$e_1 = 6,0$$

$$M_{\max} = 48590 \sqrt[4]{\frac{718}{26}} = 111390 \text{ Kilogr} \times \text{Cmtr.}$$

$$s = \frac{5,2 \cdot 111390}{718} = 806,7 \text{ Kilogr.}$$

$$s_1 = \frac{6}{5,2} \cdot 806,7 = 930,8 \text{ Kilogr.}$$

In dem durch die Klammern geschwächten Querschnitte der Langschwelle ist die stärkste Biegungsspannung um circa 10% grösser, als hier berechnet.

Die Hilf'sche Langschwelle und Fahrschiene erleiden unter Annahme derselben Belastungsverhältnisse im vollen Querschnitte die Spannungen:

$$s = 672 \text{ Kilogr. pr. □Centimet.,}$$

Langschwelle

$$s_1 = 1000 \text{ Kilogr. pr. □Centimet.}$$

Fahrschiene

Diese Werthe gelten aber nur für den mittleren Theil der Hilf'schen Langschwelle, da an den Stössen derselben keine Verlasung vorhanden ist.

Hat der Oberbau unter den Stössen der Langschwellen Querschwellen, so gelten die vorstehenden Rechnungen nur für den mittleren Theil der Langschwelle zwischen je zwei Querschwellen.

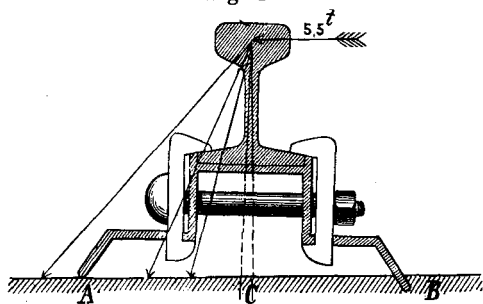
3. Beanspruchung der Fahrschiene und Langschwelle auf Torsion.

Bei dem Haarmann'schen Oberbau sind die Fahrschienen des Gleises nicht direct mit einander durch Zugstangen verbunden, wie z. B. bei dem Hilf'schen, vielmehr erfolgt die Verbindung der beiden Stränge durch stehende Flacheisen bezw. Querschwellen, welche unter den Langschwellen liegen und mit diesen verbolzt sind.

In Folge dieser Anordnung werden die Fahrschienen und Langschwellen durch seitliche Stösse der Eisenbahnfahrzeuge auf Torsion beansprucht und zwar um so heftiger, je schneller die Fahrzeuge den Oberbau passiren und je grösser die Achsbelastung ist. Nimmt man den Maximalseitendruck, welchen die Vorderachse einer Locomotive ausüben kann, zu 0,48 der Belastung dieser Achse an und setzt letztere = 11,5^t, so ist der entsprechende Seitendruck = 5,5^t.

Vereinigt man diesen Druck mit dem Gewichte, welches das betreffende Rad der Vorderachse (= 5,75^t) auf die Fahrschiene überträgt, so schneidet die Mittelkraft aus beiden die Bettung ausserhalb der Basis AB der Langschwelle, Fig. 1; dagegen liegen die Schnittpunkte der Mittelkräfte aus dem Seitendruck (von 5,5^t) und der Summe der Belastungen des ersten und zweiten Rades, bezw. der 3 Räder der einen Seite, innerhalb des vorderen Theiles AC der Basis. Der Druck auf die Bettung ist daher an der Kante bei A (Fig. 1) stärker

Fig. 1.



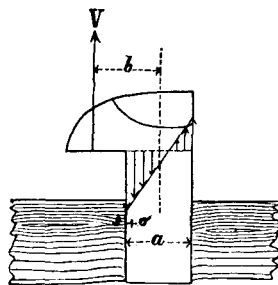
als bei B und drückt sich die erstgenannte Kante tiefer in die Bettung als die letztere. Hierdurch wird ein Verwinden der Langschwelle und Fahrschiene auf eine bestimmte Länge erzeugt und treten in Folge dessen Torsionsspannungen in denselben auf. Letztere lassen sich indessen zur Zeit durch Rechnung nicht feststellen, da die Angaben über die Länge des verwundenen Theiles und über die Einsenkung der Kante bei A (in Bezug auf B) noch fehlen.

An dem Haarmann'schen Oberbau, wie er in der Hannover'schen Staatsbahn verlegt ist, haben sich indessen bis jetzt keinerlei Nachtheile aus der im Vorstehenden angegebenen Art der Beanspruchung ergeben. Erforderlichen Falls würden sich dieselben durch Verbindung der gegeneinander über liegenden Fahrschienen mit Spurstangen beseitigen lassen.

4. Beanspruchung der zur Befestigung der Fahrschiene auf den Langschwellen verwandten Klammern.

Die auf die Klammer wirkende Maximalzugkraft hat man vielfach überschätzt, indem man den ganzen Seitendruck, welchen die Vorderachse einer Eilzugs-

Fig. 2.



locomotive auf die Fahrschienen ausüben kann, auf die Klammer rechnet. Berechnet man indessen die fragliche Zugkraft aus dem Widerstande, welchen ein Schienen nagel der nebenstehend skizzirten Form (Fig. 2) dem Abreissen seines Kopfes entgegensetzt, so findet man unter Zugrundelegung der Arbeitsfestigkeit des zu dem Nagel verwandten Ma-

teriales, wenn bezeichnet:

V die zum Abreissen des Nagelkopfes an dem Haken desselben angreifende Zugkraft in Kilogr.,

b den Hebelarm von V in Bezug auf die Mitte des Nagelquerschnittes in Centimet.,

a die Seite des als quadratisch angenommenen Nagelquerschnittes in Centimet.

s die Zugspannung in der äussersten Faserschicht des Querschnittes in Folge des Biegemomentes $V \times b$, in Kilogr. pr. □ Centimet.

σ die durch V hervorbrachte Zugspannung bei gleichmässiger Vertheilung der Zugkraft über den Querschnitt, in Kilogr. pr. □ Centimet.

$$Vb = \frac{1}{6} a^3 \cdot s; \quad \sigma = \frac{V}{a^2}, \quad \text{daher}$$

$$8. \quad \dots \quad V = (s + \sigma) \frac{a^3}{a + 6 \cdot b}.$$

Nimmt man nun $a = 1,5^{\text{cm}}$, $b = 1,5^{\text{cm}}$ und die Arbeitsfestigkeit für Schmiedeeisen 2100 Kilogr. pr. Centimet. = $s + \sigma$, so ergibt sich

$$V = 2100 \cdot \frac{1,5^3}{1,5 + 6 \cdot 1,5} = 675 \text{ Kilogr.},$$

während die Haltekraft des Nagels bei 84 □ cm Oberfläche nach den Versuchen Funk's in Nadelholz 2100 Kilogr. und in Eichenholz 4200 Kilogr. gegen Ausreissen beträgt.

Dem Vorstehenden zufolge hat man für die Klammer des Haarmann'schen Oberbaues, wenn man die Dicke derselben mit d, ihre Breite mit c und den Hebelarm von V in Bezug auf die Mitte des Querschnittes mit e bezeichnet:

$$9. \quad \dots \quad s + \sigma = \frac{d + 6 \cdot e}{c \cdot d^2} V.$$

Hiernach folgt für die Maximalbeanspruchung des durch den Bolzen geschwächten Klammerquerschnittes, da für diesen $d = 1,5^{\text{cm}}$, $c = 3,8^{\text{cm}}$, $e = 2,3^{\text{cm}}$

$$s + \sigma = \frac{1,5 + 6 \cdot 2,3}{3,8 \cdot 1,5^2} \cdot 675 = 1207 \text{ Kilogr. pr. □ Centimet.}$$

Die grösste Beanspruchung der Klammer stellt sich demnach unter Annahme der Zugkraft $V = 675$ Kilogr. um

$$2100 - 1207 = 893 \text{ Kilogr. pr. □ Centimet.}$$

geringer, als die des Schienennagels — ein Resultat, welches umso mehr zu Gunsten der Klammer spricht, als das Material für dieselbe Bessemer Flusseisen, das für den Nagel dagegen Schmiedeeisen ist.

Berechnet man den Horizontaldruck, welcher am Schienenkopfe thätig sein muss, um die Zugkraft V am Schienenfusse hervorzubringen, so ergibt sich, wenn bezeichnet:

h die Schienenhöhe in Centimet.; f die Breite des Schienenfusses in Centimet.; G die Achsbelastung der (einen Seitendruck ausübenden) Vorderachse der Locomotive in t ; H den gesuchten Horizontaldruck in t :

$$Hh = Vf + \frac{G}{2} \cdot \frac{f}{2}$$

$$10. \dots H = \frac{f}{h} \left(V + \frac{G}{4} \right).$$

Setzt man $\frac{f}{h} = 0,8$; $V = 0,675t$, $G = 12,5t$, so folgt:

$$H = 0,8 (0,675 + 3,125) = 3,04t,$$

während der ganze von der Vorderachse auf die Schiene ausgeübte Seitendruck leicht die Grösse von $6t$ erreichen kann.

5. Beanspruchung der Verbindungsbolzen der Klammern.

Diese Bolzen haben ausser dem Seitendruck der im Innenraum der Langschwellen eingeschlossenen Bettung, eine Zugkraft aufzunehmen, welche der am oberen Klammerhaken wirkenden Kraft V das Gleichgewicht halten muss. Hierzu kommt noch die durch das Anziehen der Schraubenmutter erzeugte Beanspruchung.

Den Seitendruck der Bettung anlangend, so kann angenommen werden, dass ein würfelförmiges Erdelement von $1cm$ Seite, welches vertical mit p Kilogr. gedrückt wird, mit $\frac{p}{4}$ Kilogr. seitlich reagirt.

Rechnet man nun auf einen Bolzen den Seitendruck eines Bettungskörpers von $8,2cm$ Höhe und $1m$ Länge und nimmt als mittlere Verticalbelastung desselben $1,6$ Kilogr. pr. \square Centimet. an, so kommt auf den Bolzen der Seitendruck

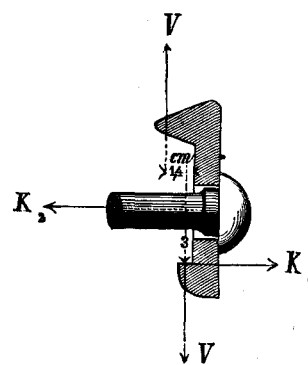
$$H = 100 \cdot 8,2 \cdot \frac{1,6}{4} = 328 \text{ Kilogr.}$$

Setzt man nun die im Bolzen durch diese Kraft hervorgerufene Zugkraft $= K_1$, so folgt in Bezug auf den Durchschnittpunkt der Aussenkante des Steges mit der Innenkante der Kopfplatte der Langschwelle als Drehpunkt:

$$K_1 \cdot 2,2 = 328 \cdot 4,1$$

$$K_1 = 611 \text{ Kilogr.}$$

Fig. 3.



Für die Kraft, mit welcher der Bolzen dem Momente der Kraft $V = 675$ Kilogr. entgegen wirkt, ergibt sich, gemäss Fig. 3:

$$K_2 \cdot 3 = V \cdot 1,4 = 675 \cdot 1,4$$

$$K_2 = 315 \text{ Kilogr.}$$

Durch das Anziehen der Schraubenmutter wird endlich ein Bolzen die Kraft $K_3 = 1270$ Kilogr. erzeugt, wenn der Arbeiter an einem $40cm$ langen Schraubenschlüssel mit

ca. 8 Kilogr. drückt.

Der Bolzen wird daher im Maximo von einer Kraft

$$K_1 + K_2 + K_3 = 2196 \text{ Kilogr.}$$

auf Zug beansprucht.

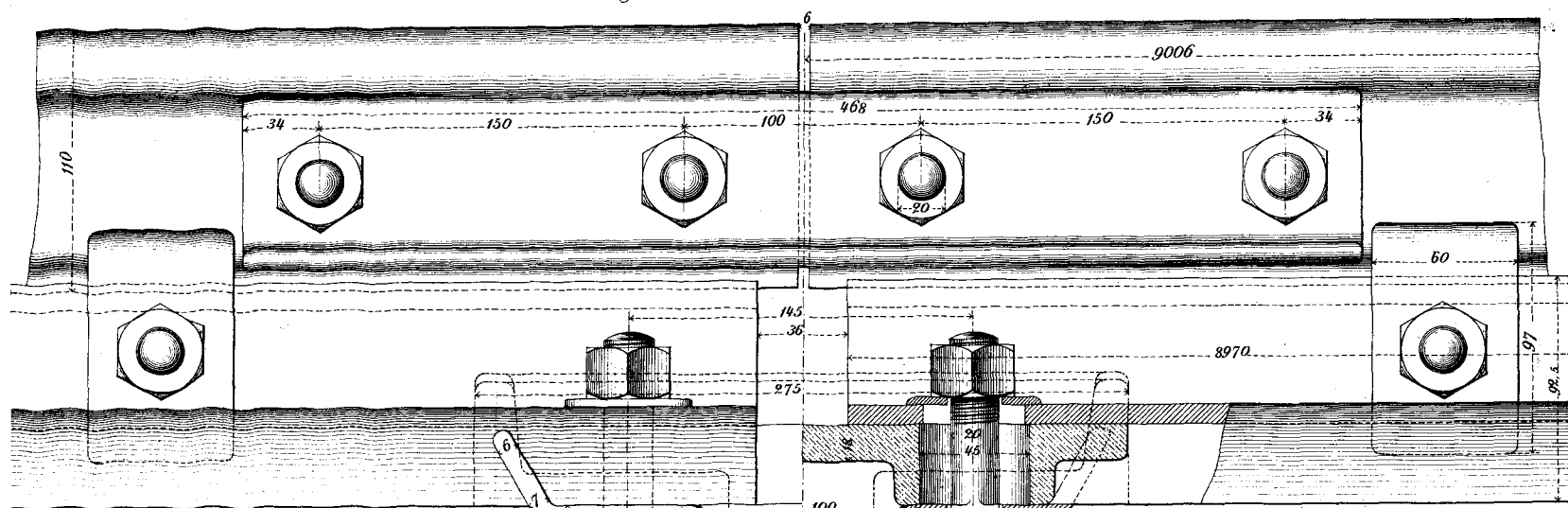
Der Bolzen hat $2cm$ Durchmesser, mithin beträgt die Beanspruchung pr. \square Centimet.

$$s = \frac{2196}{\frac{2^2}{4} \cdot 3,14} = 700 \text{ Kilogr.,}$$

welche Spannung das zulässige Maass nicht überschreitet.

Eiserner Oberbau Haarmann's Patent.

Fig 1. Seitenansicht der Stossverbindung 1:3.



Schnitt durch die Querverbindung 1:3.

Schnitt durch den Schienenstoss 1:3.

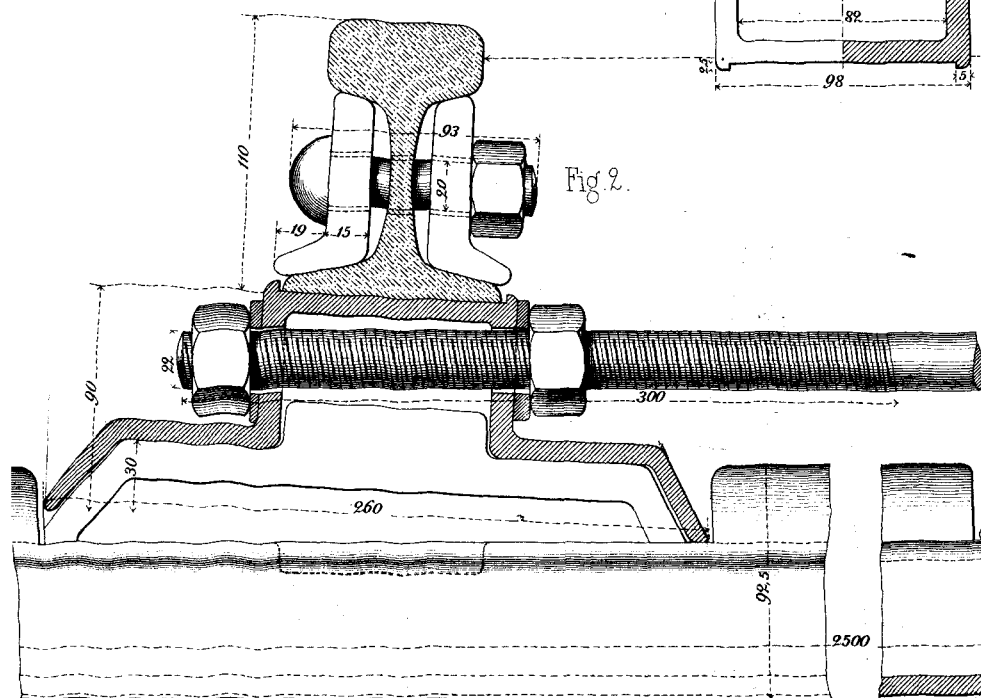


Fig 2.

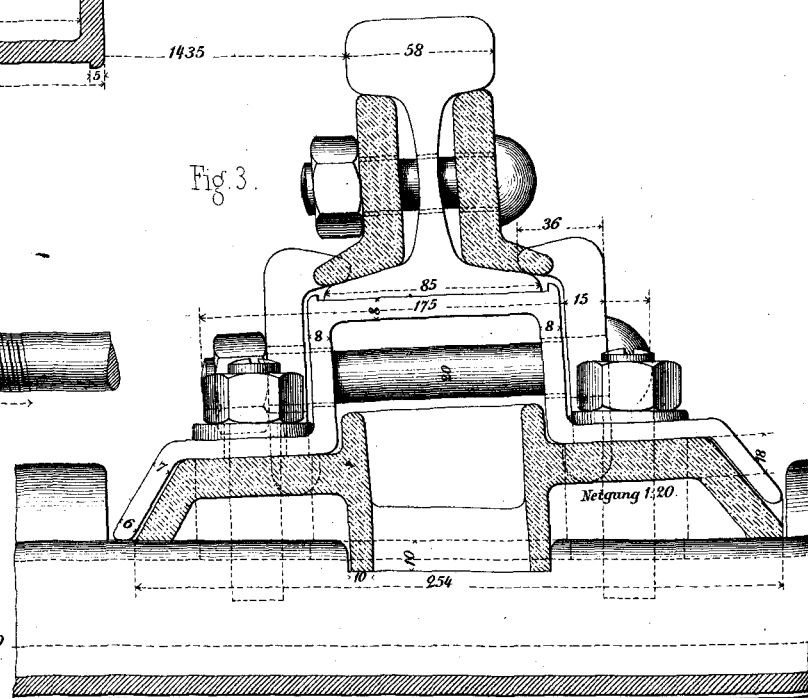


Fig 3.

Fig 5. Anordnung des Gleises 1:60.

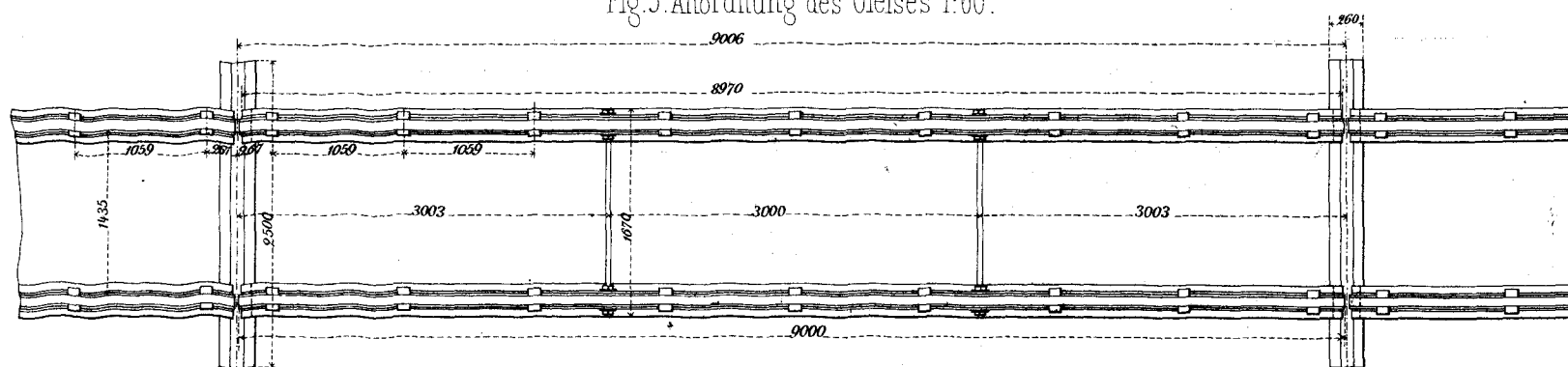
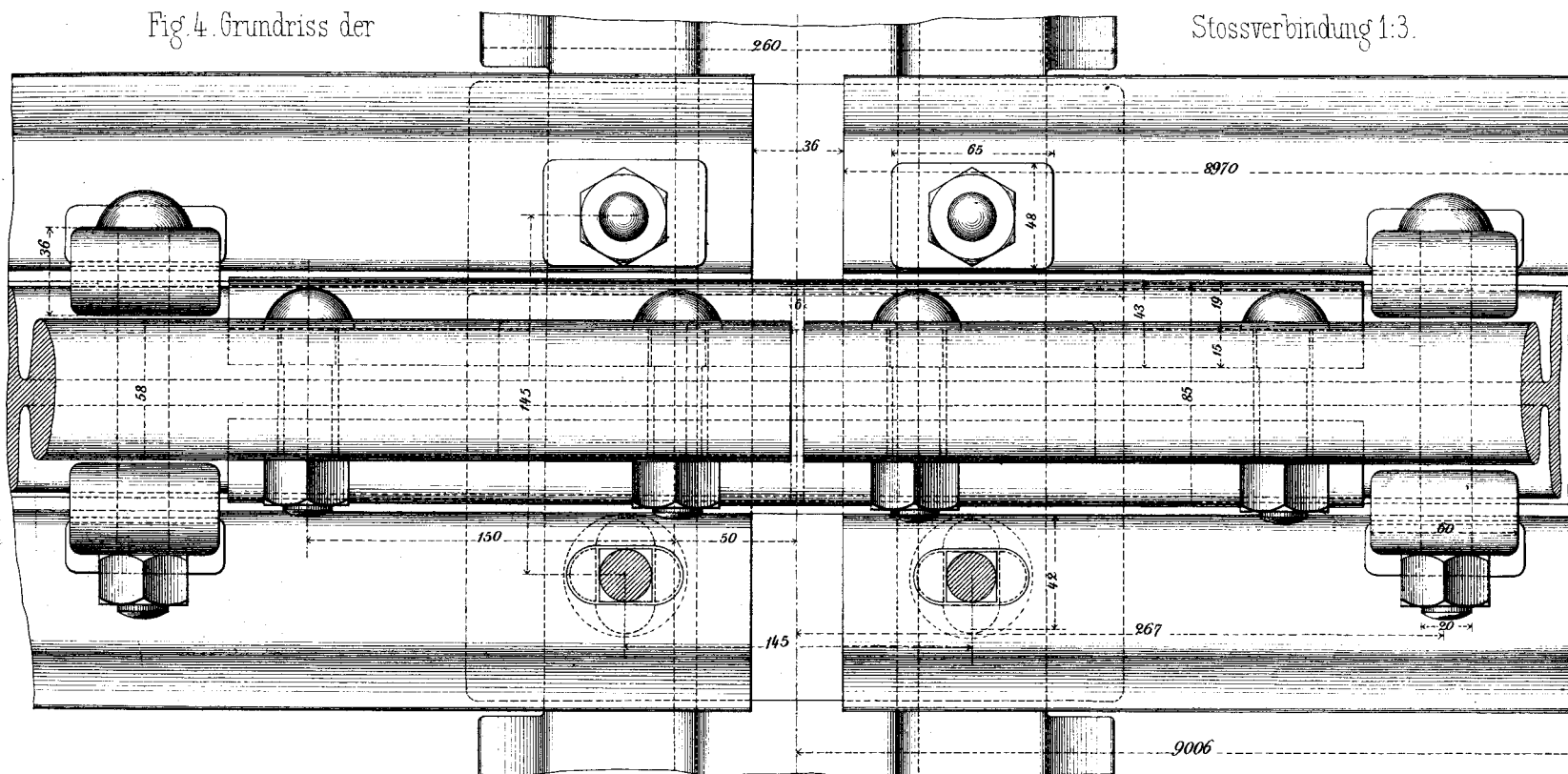


Fig.4. Grundriss der



Stossverbindung 1:3.

Fig. 6. Seitenansicht des Stosses und Schnitt durch die Querverbindung 1:6. (Für Hauptbahnen.)

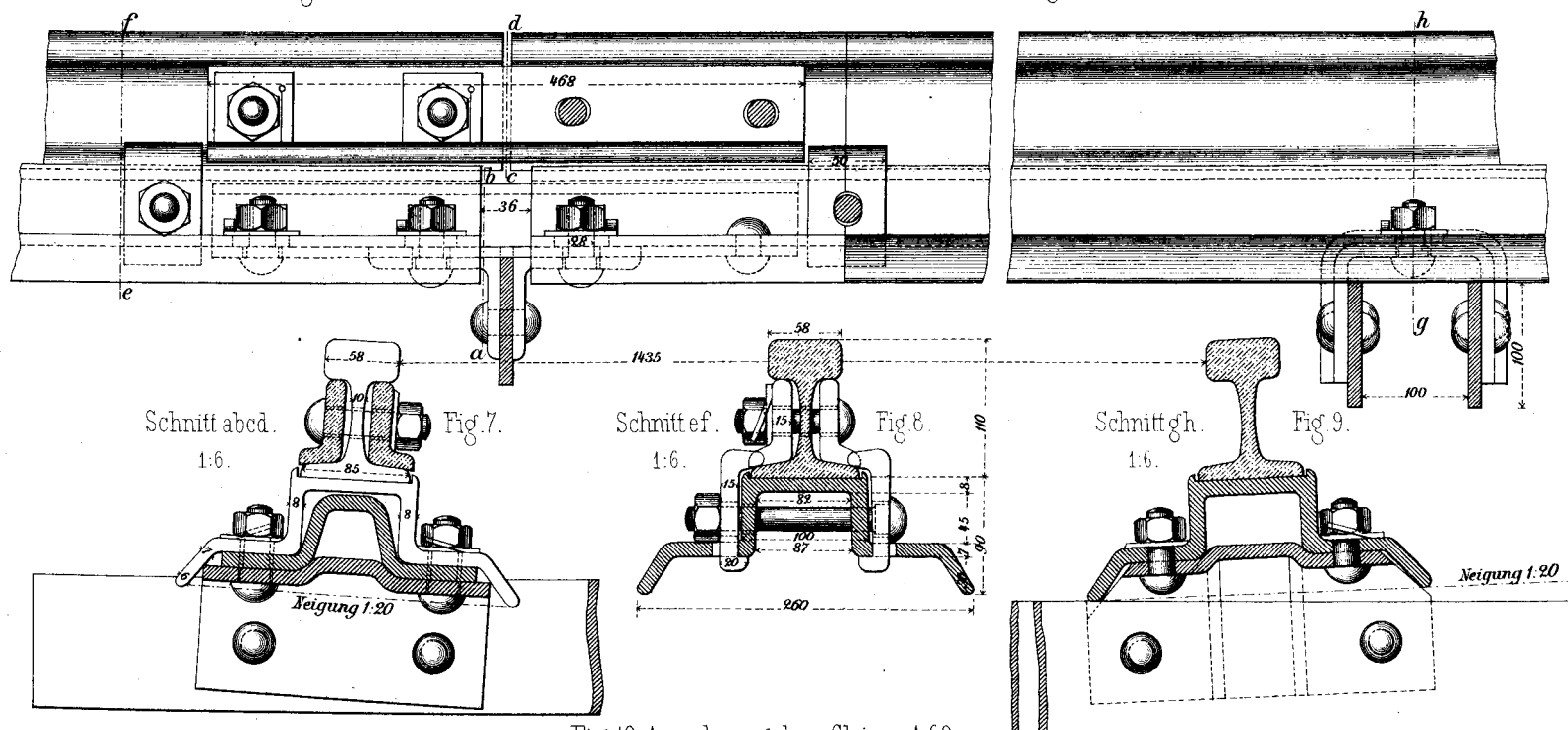
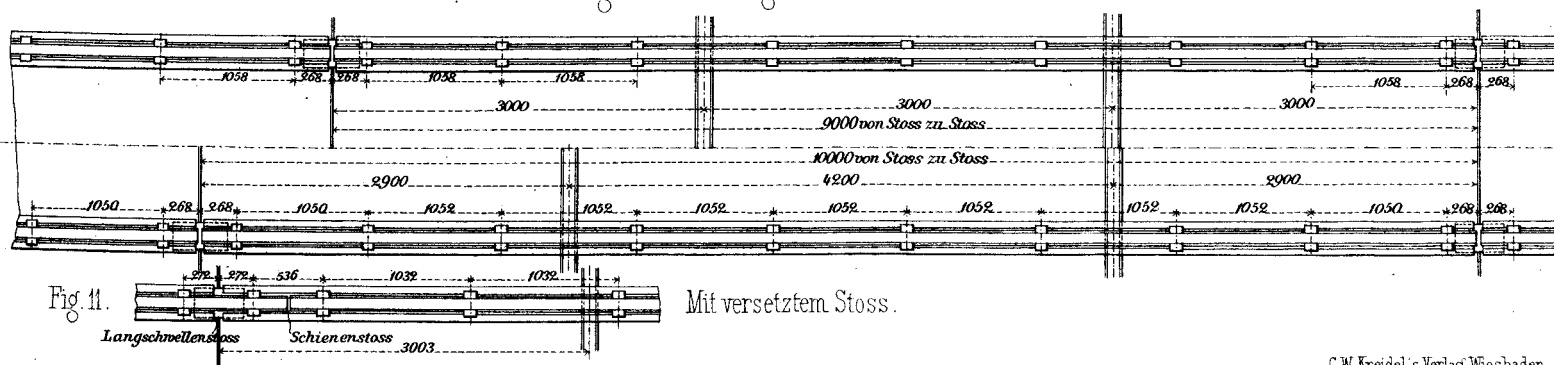


Fig.10. Anordnung des Gleises 1:60.



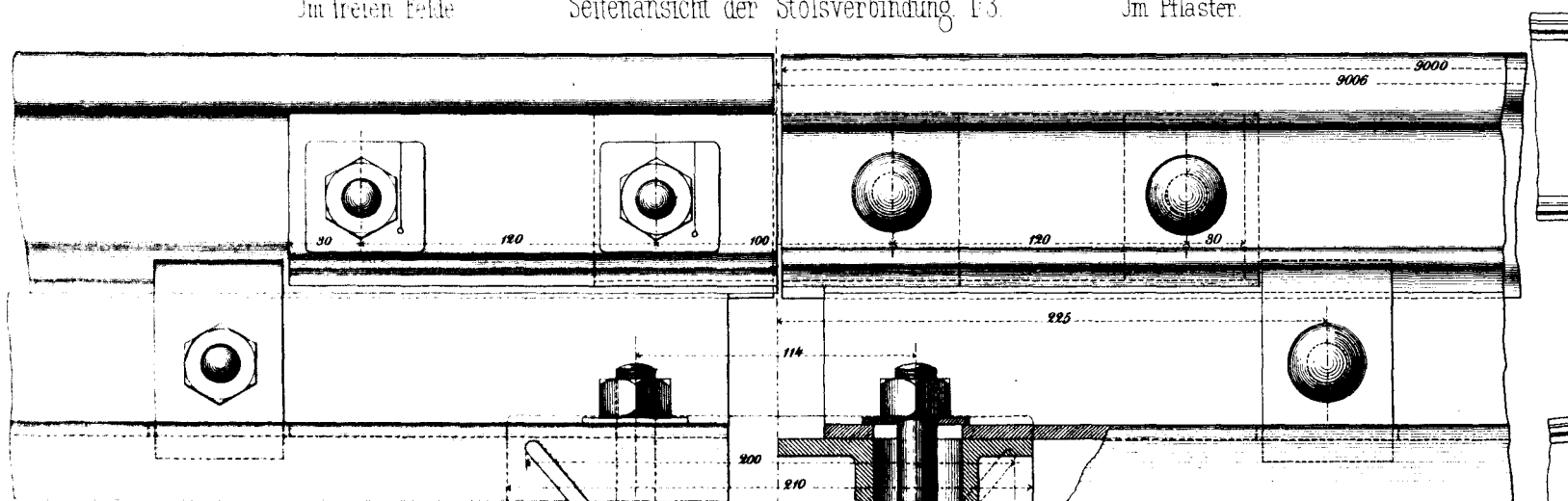
Eiserner-Oberbau für Secundärbahnen Haarmann's Patent.

Fig 1

Im freien Felde

Seitenansicht der Stofsverbindung 1:3.

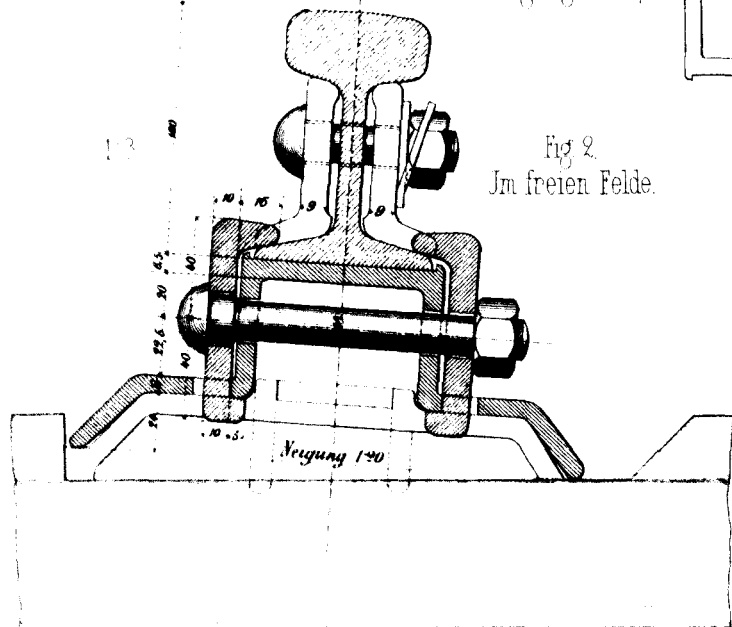
Im Pflaster.



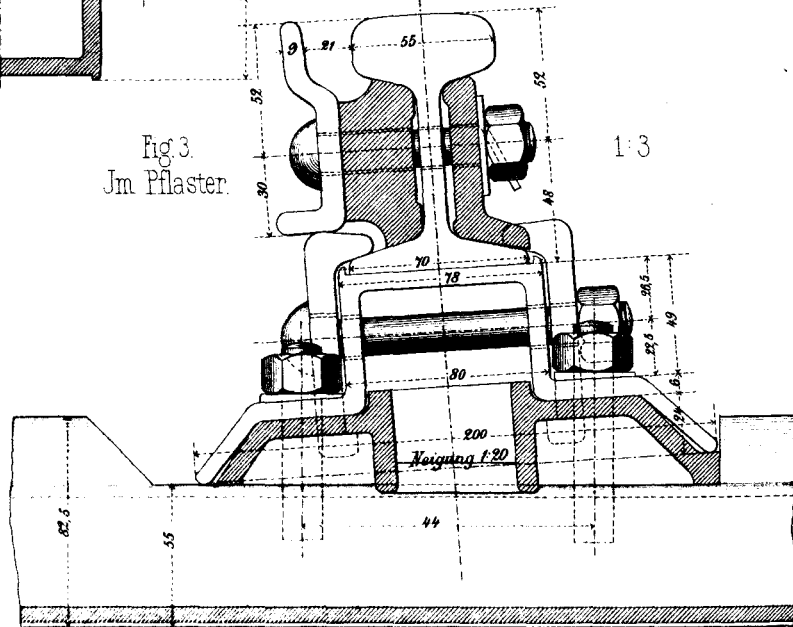
Schnitt durch die Schienenbefestigung

Schnitt durch den Stofs auf der Querschwellen.

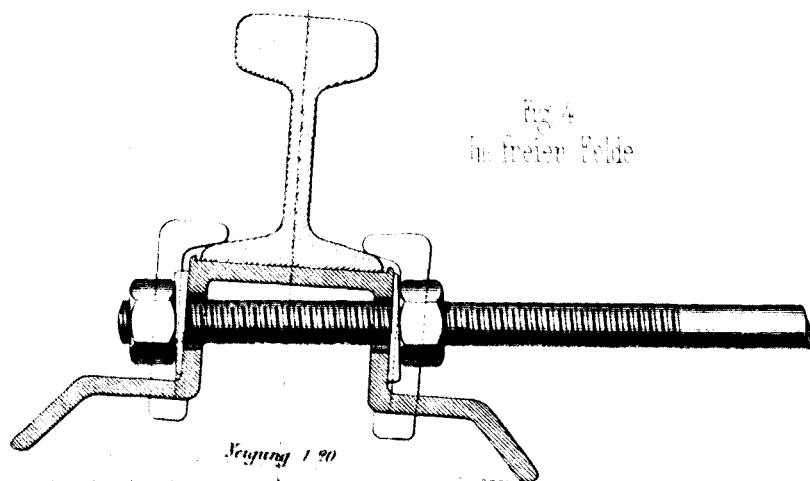
1:3

Fig 2.
Im freien Felde.Fig 3.
Im Pflaster.

1:3



Querschnitt a-b 1:3.

Fig 4.
Im freien Felde.

Querschnitt c-d 1:3.

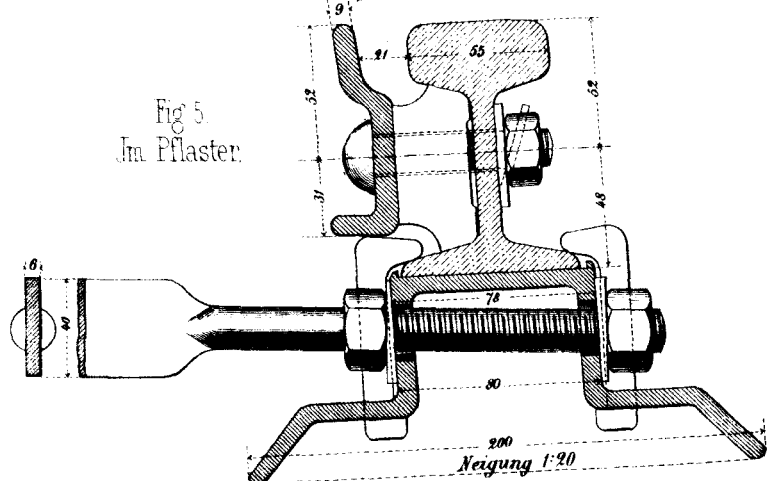
Fig 5.
Im Pflaster.

Fig. 6.
Anordnung des Gleises in graden Strecken 1:60.

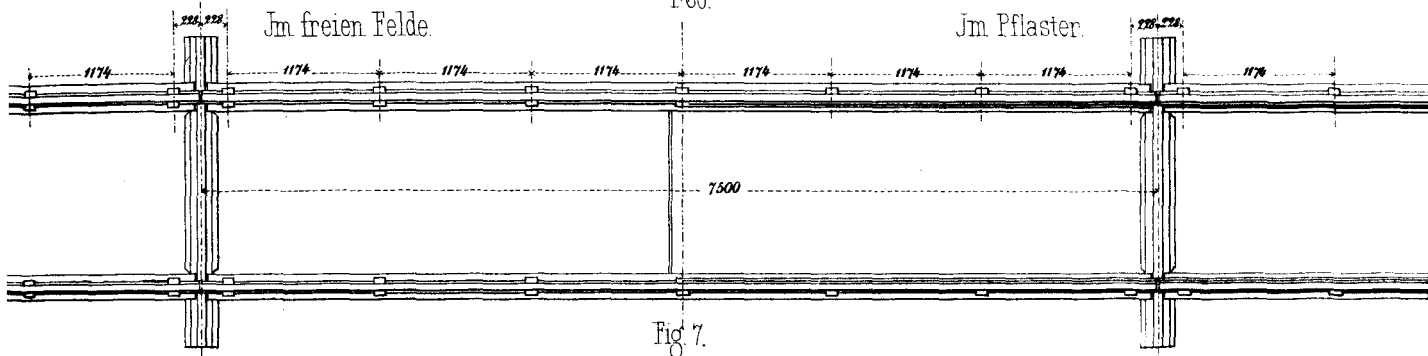


Fig. 7.
Anordnung des Gleises in Curven. 1:60.

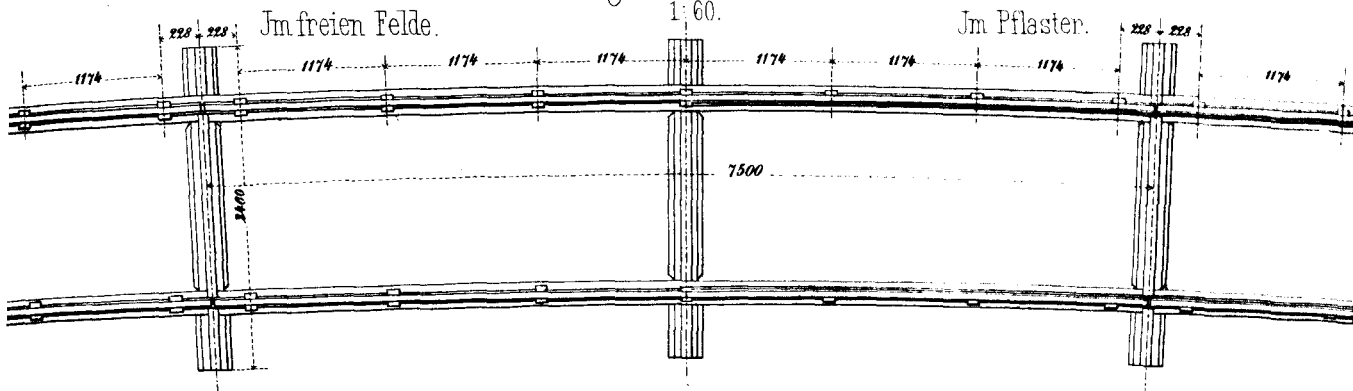


Fig. 8. Biegemaschine für Haarmann's Patentschwellen. 1:20.

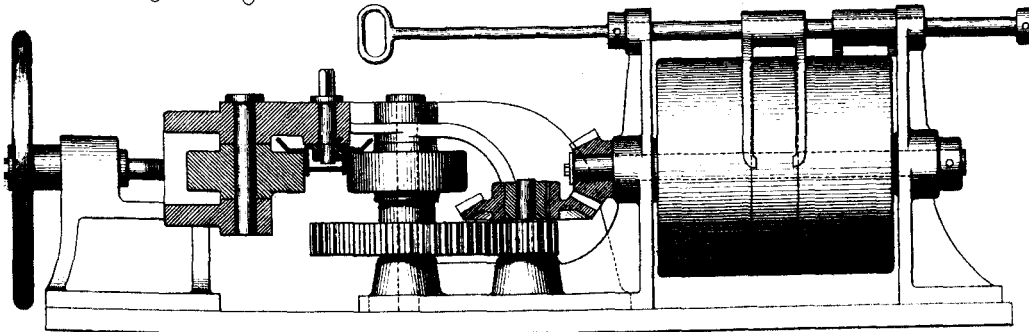


Fig. 9 Grundriss

1:20

